(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
28 juillet 2005 (28.07.2005)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2005/069591 A1

(51) Classification internationale des brevets[7] :
H04M 1/725, G06F 1/00

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2004/053523

(22) Date de dépôt international :
15 décembre 2004 (15.12.2004)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
03/15030 19 décembre 2003 (19.12.2003) FR

(71) Déposant *(pour tous les États désignés sauf US)* : **THALES** [FR/FR]; 45, rue de Villiers, F-92200 NEUILLY SUR SEINE (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants *(pour US seulement)* : **ERNY, Marie-Françoise** [FR/FR]; THALES, Intellectual Property, 31-33, avenue Aristide Briand, F-94117 CX ARCUEIL (FR). **BRETON, Sébastien** [FR/FR]; THALES, Intellectual Property, 31-33, avenue Aristide Briand, F-94117 CX ARCUEIL (FR).

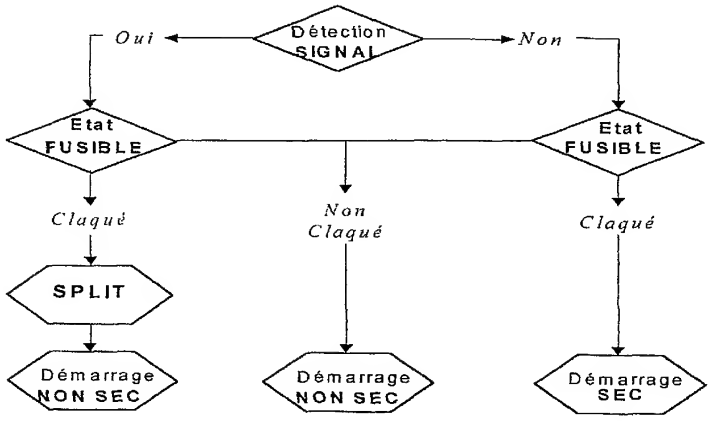
(74) Mandataires : **DUDOUIT, Isabelle** etc.; THALES, Intellectual Property, 31-33, avenue Aristide Briand, F-94117 ARCUEIL (FR).

(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD FOR DETECTING ILLEGAL MODIFICATIONS MADE TO MANUFACTURER SOFTWARE

(54) Titre : PROCEDE DE DETECTION DE MODIFICATIONS ILLICITES DES LOGICIELS CONSTRUCTEURS



(57) **Abstract:** The invention relates to a method enabling the detection and/or prevention of illegal modifications made to a manufacturer software in the field of a GSM system, comprising a hard core and a soft core, a local data interface, and having at least the following steps: A) when the signal received on the local data interface of the terminal is not valid, placing the GSM terminal in a non-operational state; B) the signal is a disconnecting signal on the local data interface, or when there is no signal, initiating a secured start-up procedure with the execution of the control functions: Autotest of the hard core: if the autotest is OK, test the integrity of the soft core; if this integrity is OK, activate the terminal for a normal operation; if the integrity is not OK, place the terminal in a non-operational state; if the autotest is not OK, place the GSM terminal in a non-operational state. C) the signal received is a valid start signal: if the fuse is not burnt out, make the GSM terminal operational; if the fuse is burnt out, make the terminal partially operational while deactivating at least one of the operational functions of the terminal: if the signal is a JTAG test signal, proceed with the test procedure; if the signal is a test signal, start in a non-secured mode and proceed with the test procedure.

[Suite sur la page suivante]

WO 2005/069591 A1

(84) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :
— *avec rapport de recherche internationale*

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) Abrégé : Procédé permettant de détecter et/ou d'éviter des modifications illicites d'un logiciel constructeur au sein d'un système de type GSM, comprenant un noyau dur et un noyau mou, une interface locale de données, comportant au moins les étapes suivantes A - le signal reçu sur l'interface locale de données du terminal n'est pas valide, mettre le terminal GSM dans un état non opérationnel, B - le signal est un signal de déconnexion sur l'interface locale de données, ou il n'y a pas de signal, lancer une procédure de démarrage sécurisé, avec exécution des fonctions de contrôle Autotest du noyau dur, si l'autotest est OK, alors tester l'intégrité du noyau mou, si cette intégrité est OK, alors activer le terminal pour un fonctionnement normal, si l'intégrité est KO, alors mettre le terminal dans un état non opérationnel, si l'autotest est KO, alors mettre le terminal GSM dans un état non opérationnel. C - le signal reçu est un signal de démarrage valide, si le fusible est non claqué, rendre le terminal GSM opérationnel, si le fusible est claqué, rendre le terminal non totalement opérationnel, en désactivant au moins une des fonctions opérationnelles du terminal : si le signal est un signal de type test JTAG, poursuivre la procédure de test, si le signal est un signal de test, démarrer en mode non sécurisé et poursuivre la procédure de test.

PROCEDE DE DETECTION DE MODIFICATIONS ILLICITES DES LOGICIELS CONSTRUCTEURS

L'invention concerne notamment un procédé permettant de détecter des modifications et/ou d'éviter la modification de logiciels constructeurs pour mobile GSM (abréviation anglo-saxonne de Global System Mobile), logiciels embarqués dans une mémoire reprogrammable.

Elle concerne aussi tout système comportant un noyau dur (hardware non modifiable se présentant sous la forme d'un ASIC par exemple) et un noyau mou (comprenant des fonctions de sécurité programmables), par exemple un ordinateur de type PC comprenant un ASIC non reprogrammable et un système d'exploitation.

Les terminaux mobiles GSM sont reprogrammables afin de pouvoir faire évoluer les versions logicielles des services offerts aux utilisateurs. Actuellement, l'accès aux fonctions de reprogrammation n'est pas suffisamment sécurisé et certains utilisateurs parviennent facilement à effectuer des modifications logicielles afin d'outrepasser les fonctions de sécurité intégrées par les constructeurs. De ce fait, ils falsifient le fonctionnement des terminaux afin d'accéder à des fonctions ou des services supplémentaires ou de réutiliser des terminaux volés.

Les moyens de protection actuels contre les modifications illicites de logiciels sont insuffisants. Les pirates parviennent assez rapidement à trouver les adresses des mémoires programmables à modifier, pour neutraliser ou contourner les mécanismes de sécurité mis en place par les constructeurs. L'objectif des « pirates » est d'autoriser, sans paiement, l'accès aux services supplémentaires potentiellement disponibles et d'outrepasser les contrôles d'accès.

Les modifications sont réalisables via de multiples canaux (UART ou Universal Asynchronous Receiver/Transmitter, USB ou Universal Serial Bus, JTAG ou Joint Test Action Group,....) ou par modification directe sur la

mémoire reprogrammable ou FEPROM (Flash Erasable Programmable Read Only Memory), par atteinte à l'intégrité matérielle par dé soudage – re soudage, par exemple.

Le mode actuel de démarrage d'un terminal GSM en mode auto-configuration, par détection de signaux spécifiques, est un mécanisme faible qui n'offre pas de protection solide.

L'invention concerne un procédé permettant de détecter et/ou d'éviter la modification de logiciels embarqués dans une mémoire programmable au sein d'un système comprenant un noyau dur contenant des fonctions de sécurité matérielle adaptées à vérifier l'intégrité notamment d'un noyau mou comprenant une mémoire programmable, le système comportant une interface locale de données. Il est caractérisé en ce qu'il comporte au moins les étapes suivantes :

A1 – le signal reçu sur l'interface locale de données n'est pas valide, mettre le système dans un état non opérationnel,

B1 – le signal reçu est un signal de déconnexion sur l'interface locale de données, ou il n'y a pas de signal, lancer une procédure de démarrage sécurisé, avec exécution des fonctions de contrôle :

Autotest du noyau dur :

- Si l'autotest est OK, alors tester l'intégrité de la mémoire reprogrammable,
  - Si cette intégrité est OK, alors activer le système pour un fonctionnement normal
  - Si cette intégrité est KO, alors mettre le système dans un état non opérationnel
- Si l'autotest est KO, alors mettre le système dans un état non opérationnel,

C1 – le signal reçu est un signal de démarrage valide,

- Si le système est dans un mode de développement, le rendre opérationnel,

- Si le système est dans un mode d'exploitation opérationnelle et si le signal est un signal de test, alors désactiver au moins une des fonctions essentielles du fonctionnement opérationnel.

L'invention concerne aussi un procédé permettant de détecter et/ou d'éviter des modifications illicites d'un logiciel constructeur au sein d'un système de type GSM, comprenant un noyau dur et un noyau mou, une interface locale de données, caractérisé en ce qu'il comporte au moins les étapes suivantes :

A2 – le signal reçu sur l'interface locale de données du terminal n'est pas valide, mettre le terminal GSM dans un état non opérationnel,

B2 – le signal est un signal de déconnexion sur l'interface locale de données ou il n'y a pas de signal, lancer une procédure de démarrage sécurisé, avec exécution des fonctions de contrôle :

Autotest du noyau dur

- Si l'autotest est OK, alors tester l'intégrité du noyau mou
  - Si cette intégrité est OK, alors activer le terminal pour un fonctionnement normal,
  - Si l'intégrité est KO, alors mettre le terminal dans un état non opérationnel,
- Si l'autotest est KO, alors mettre le terminal GSM dans un état non opérationnel.

C2 – le signal reçu est un signal de démarrage valide :

- Si le fusible est non claqué, rendre le terminal GSM opérationnel,
- Si le fusible est claqué, rendre le terminal non totalement opérationnel, en désactivant au moins une des fonctions opérationnelles du terminal :
  - Si le signal est un signal de type test JTAG, poursuivre la procédure de test,
  - Si le signal est un signal de test, démarrer en mode non sécurisé et poursuivre la procédure de test.

L'échange des données entre le noyau dur et le noyau mou est par exemple effectué en utilisant un algorithme basé sur le principe de non-rejeu et de non prédictibilité des données transmises.

L'invention concerne aussi un système permettant de détecter et/ou d'éviter la modification de logiciels embarqués dans une mémoire programmable comprenant un noyau dur contenant des fonctions de sécurité matérielle et un noyau mou comprenant une mémoire programmable, une interface locale de données apte à recevoir des signaux. Il est caractérisé en ce qu'il comporte des moyens adaptés à :

- mettre le système dans un état non opérationnel lorsque le signal reçu sur une interface locale de données n'est pas valide,
- pour un signal reçu de déconnexion ou absence de signal sur une interface locale de données, lancer une procédure de démarrage sécurisé, avec exécution de fonctions de contrôle :

Autotest du noyau dur :

- Si l'autotest est OK, alors tester l'intégrité de la mémoire programmable,
  - Si cette intégrité est OK, alors activer le système pour un fonctionnement normal
  - Si cette intégrité est KO, alors mettre le système dans un état non opérationnel
- Si l'autotest est KO, alors mettre le système dans un état non opérationnel,

- Pour un signal reçu est un signal de démarrage valide,
- Si le système est dans un mode de développement, le rendre opérationnel
- Si le système est dans un mode d'exploitation opérationnelle, et si le signal est un signal test alors désactiver une des fonctions essentielles du fonctionnement opérationnel au démarrage.

Le système peut comporter des moyens de sécurisation des échanges de données entre le noyau dur et le noyau mou.

Le système peut être un terminal GSM ou un micro-ordinateur de type PC ou un lecteur de type MP3 contenant une mémoire reprogrammable.

Le procédé selon l'invention présente notamment les avantages suivants. Il tient compte du processus industriel de production, de commercialisation et de maintenance. L'adaptation des principes d'intégrité (au sens authenticité : origine et intégrité), des logiciels et données reprogrammables est répartie sur des dispositifs matériels intégrés dans un ASIC garantissant la non modification des mécanismes de contrôle, associés à des dispositifs de sécurité logiciels adaptables aux différentes versions logicielles de terminaux GSM par exemple.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront mieux à la lecture de la description d'un exemple donné à titre illustratif et nullement limitatif annexé des figures qui représentent :

- La figure 1 les composantes fonctionnelles d'un terminal mobile GSM ayant un impact sur la sécurité d'accès,
- La figure 2 la structure de la FEPROM,
- La figure 3 trois niveaux de sécurité considérés lors du démarrage du GSM,
- La figure 4 un schéma de la logique de l'ensemble,
- La figure 5 un exemple d'échanges sécurisés entre composants du terminal GSM sans secret partagé.

Afin de mieux faire comprendre le principe du procédé selon l'invention, l'exemple qui suit est donné pour un système GSM dont l'architecture est rappelée à la figure 1.

Cette figure 1 représente l'architecture fonctionnelle d'un terminal GSM structuré en plusieurs modules. Seuls les modules ayant un impact sur la sécurité sont représentés sur cette figure et sont pris en compte pour la description. On distingue une composante matérielle comprenant le noyau dur et une composante logicielle comprenant le noyau mou. Le noyau dur

correspond aux fonctions de sécurité matérielles qui permettent de vérifier l'intégrité du terminal lors d'un démarrage normal ou de rendre non-opérationnel le terminal GSM dans tout autre mode de fonctionnement. Le noyau mou intègre les fonctions de sécurité logicielles qui assurent la sécurité du code chargé en FEPROM. Le noyau mou est signé hors ligne par une clé secrète, et sa signature est vérifiée lors du démarrage NORMAL par le noyau dur. En cas de compromission constatée de l'intégrité du terminal GSM (perte de l'intégrité du noyau mou), le terminal devient non-opérationnel pour tout mode de démarrage jusqu'à ce qu'un nouveau noyau mou intègre soit téléchargé dans le terminal.

Les deux modules pris en compte dans la suite de la description sont :

la composante matérielle comprenant :

- Le module ECOUTE_SIGNAL ;
- Le module DESACTIVATION_FONCTION ;
- Le module DEMARRAGE ;
- Le module NOYAU_DUR ou module de sécurité matérielle.

la composante logicielle comprenant :

- Le module NOYAU_MOU ; ou module de sécurité logicielle ;
- Le module APPLICATIONS.

Le module APPLICATIONS de la composante logicielle est partiellement sécurisé. Il dépend étroitement de la politique de sécurité choisie par le constructeur.

Ces deux composantes sont détaillées dans la suite de la description.

La description adopte la terminologie suivante :

VAR : une variable ou un état non souligné traduit son caractère ACTIF ;

<u>VAR</u> : une variable ou un état souligné traduit une NEGATION de son caractère ACTIF.

Composante matérielle

NOYAU_DUR

Le noyau dur contient les mécanismes de sécurité matériels qui permettent de vérifier son bon fonctionnement et l'intégrité du noyau mou et les mécanismes qui permettent de définir la politique de sécurité à appliquer en fonction du mode de démarrage (JTAG, AUTRE, NORMAL), et la phase de fonctionnement du terminal, ASIC avec bit claqué ou non.

Vu de la sécurité, les fonctionnalités couvertes par les différents modules de la composante matérielle sont implémentées en deux versions de composants :

Le Composant FUSIBLE NON CLAQUE (aucune activation de mécanismes de sécurité) qui utilise les modules suivants :

- ECOUTE_SIGNAL
- FUSIBLE
- DEMARRAGE non sécurisé

Le Composant FUSIBLE CLAQUE qui comporte deux modes de fonctionnement selon la détection ou non d'un signal au démarrage du terminal (Module ECOUTE_SIGNAL) (signal observé au niveau de l'interface locale de données du terminal GSM)

- Absence de signal : mode de démarrage sécurisé (le terminal est opérationnel)

  ECOUTE_SIGNAL
  FUSIBLE
  DEMARRAGE (SECURISE)

- Réception d'un signal au niveau de l'interface locale de données du terminal GSM : activation de la fonction SPLIT (inhibition d'une fonction essentielle rendant le terminal non opérationnel)

  ECOUTE_SIGNAL
  FUSIBLE
  DESACTIVATION_FONCTION (ou SPLIT)
  DEMARRAGE (NON-SECURISE)

Module ECOUTE_SIGNAL

Ce module permet de connaître le type de signal reçu au niveau de l'interface locale de données du terminal GSM. Il peut s'agir d'un signal de type :

- JTAG : mode de démarrage de test où la composante d'amorçage du système ou en anglo-saxon BOOT n'est pas réveillée, la partie sécurité n'est donc pas activée,
- NORMAL : mode de fonctionnement nominal (aucun signal reçu au démarrage du terminal) où la sécurité est systématiquement activée lorsque le bit est claqué,
- REDEMARRAGE : réinitialisation du système dans un état stable avant redémarrage à froid avec des paramètres prédéfinis,
- AUTRE : mode de démarrage correspondant à divers modes de TEST où la composante BOOT est réveillée mais la partie sécurité n'est pas activée.

La réception d'un signal sur l'interface locale de données du terminal GSM doit conduire à basculer systématiquement le terminal dans un mode non opérationnel si le fusible est claqué, avec une désactivation du clavier, du son ou d'une fonction essentielle par exemple.

MODULE DESACTIVATION_FONCTION (ou SPLIT)

Ce module permet de rendre le terminal non opérationnel par désactivation d'une fonction essentielle au fonctionnement du terminal GSM, par exemple le clavier, le son ou autre. Ce module est appelé MODULE SPLIT dans un souci de simplification des figures.

MODULE FUSIBLE

Ce module permet de tester l'état du fusible qui correspond :

NON CLAQUE, au mode de développement avant vente (développement, débogage...), avec l'utilisation de la version ASIC comportant un fusible non claqué.

CLAQUE au mode d'exploitation du terminal GSM, après mise dans le circuit de vente, avec l'utilisation de la version ASIC comportant un fusible claqué.

MODULE DEMARRAGE

Ce module a notamment pour fonction d'activer la politique de sécurité en fonction du type de démarrage sollicité et permet d'appliquer la politique de sécurité selon l'état du fusible et la présence ou non d'un signal.

MODULES PILOTES

Ce module permet de charger les pilotes FLASH, de gestion des E/S, afin de lire, écrire et exécuter en FEPROM. Les modules Hardware ECOUTE_SIGNAL et FUSIBLE_CLAQUE sont enfouis dans le composant ASIC, il n'est pas possible d'écouter ou intercepter les flux échangés entre les deux composantes.

Composante logicielle

La figure 2 représente la structure de la FEPROM (abréviation anglo-saxonne de Flash Programmable Read Only Memory) et son interaction avec le noyau dur.

MODULE NOYAU_MOU

Le noyau mou est une surcouche applicative qui assure notamment la sécurité des applications et des données sensibles référencées dans la liste des éléments sensibles à protéger. Les mécanismes de sécurité du noyau mou sont mis en œuvre au niveau de la FEPROM après exécution du noyau dur.

La modification du noyau mou nécessite une phase de téléchargement d'un nouveau noyau mou signé afin que ce dernier soit reconnu comme valable au niveau du noyau dur.

MODULE APPLICATIONS

Ce module peut disposer de mécanismes de sécurité, répartis dans l'ensemble du code contenu en FEPROM, dont l'objectif principal est de détecter toute modification intempestive de l'intégrité du code sensible

surveillé. Les mécanismes de sécurité de ce module sont spécifiques des fonctions constructeur intégrées en FEPROM.

L'idée de l'invention repose notamment sur le contrôle du téléchargement de logiciels dans la FEPROM. Cette sécurisation est basée sur un contrôle d'authenticité et d'intégrité des logiciels à télécharger.

Pour cela, le procédé prend en compte le cycle de vie complet des terminaux. Ce cycle de vie correspond aux phases de développement matériels et logiciels, intégration, tests, validation, mise en service, exploitation, tests d'investigation en cas de dysfonctionnement, retour en maintenance avec possibilité d'effectuer des modifications directes du code logiciel ou patchs, pour permettre de tester et de valider les corrections d'erreurs ou l'intégration d'évolutions.

Une partie des mécanismes proposés dans le procédé selon l'invention est basée sur l'utilisation de mécanismes de signature utilisant un algorithme de Hash et de chiffrement asymétrique. Ceci permet notamment de ne pas être contraint par la divulgation inopinée d'information secrète. En effet, seul le signataire possède la clé secrète, la clé permettant les contrôles d'authenticité et d'intégrité est une clé publique.

Cette opération de signature est effectuée, par exemple, après validation des logiciels sur une station dédiée avant diffusion des logiciels à télécharger. Seule cette station aura la connaissance de la clé secrète de signature. Cette station aura également la capacité de générer les paires de clés asymétriques en cas de besoin de renouvellement des clés.

Le procédé selon l'invention concerne les mécanismes de sécurité matérielle pris en considération à la conception du terminal mobile et aussi les mécanismes de sécurité à ajouter au niveau de la couche logicielle du terminal.

Dans la suite, de la description on fait intervenir deux modes de fonctionnement :

Le Mode NORMAL : ce mode permet d'activer les procédures de démarrage de l'ASIC du terminal GSM et de rendre opérationnel le terminal GSM,

Le Mode TEST : ce mode permet potentiellement d'outrepasser les procédures de démarrage de l'ASIC (par exemple en utilisant l'interface JTAG) et de lire et/ou d'écrire directement en FEPROM.

Il est prévu deux états de fonctionnement pour la mise en service des mécanismes de sécurité selon l'état du fusible décrit ci-après. L'état du fusible correspond à une version d'ASIC spécifique.

La figure 3 schématise différents niveaux de sécurité qui seront détaillés à la figure 4 du schéma de logique d'ensemble.

Trois cas sont à considérer lors du démarrage du terminal, figure 3 :

Fusible non claqué, avec ou sans signal

Ce cas concerne tout type de démarrage avec ou sans signal dès lors que le fusible est claqué ; les mécanismes de sécurité ne sont pas activés

Signal et Fusible claqué

Ce cas met en œuvre l'activation de la fonction SPLIT

Pas de signal et Fusible claqué

Le démarrage est sécurisé

Pas de signal et fusible non claqué

Le démarrage n'est pas sécurisé

La figure 4 détaille les différentes étapes mises en œuvre par le procédé selon l'invention.

Le terminal GSM étant dans un état éteint, le procédé vérifie s'il reçoit un signal sur l'interface locale de données (signal externe par opposition à l'allumage habituel du GSM).

A2 – Dans le cas où le signal reçu n'est pas valide, alors le procédé bascule le terminal GSM dans un état non opérationnel (action = extinction).

B2 – Dans le cas où le terminal GSM ne reçoit pas de signal ou reçoit un signal de déconnexion sur l'interface locale de données, on se trouve dans le mode NORMAL→ allumage en mode d'exploitation normal. Le procédé lance alors la procédure de démarrage sécurisé, (toutes les procédures de sécurité intégrées sont activées normalement, en cas d'atteinte constatée de perte en intégrité du système, le terminal n'est plus opérationnel)

Après allumage, le procédé exécute ensuite les fonctions de contrôle :

Autotest du noyau dur :

- Si l'autotest est OK, alors on teste l'intégrité du noyau mou
    - Si cette intégrité est OK, alors le terminal peut être activé pour un fonctionnement normal,
    - Si l'intégrité est KO, alors le système GSM est mis en état non opérationnel.

Dans ce mode, le terminal est apte à détecter une intrusion et donc à réagir à toute modification des zones sensibles. Dans le cas de la détection de perte d'intégrité du noyau mou, le terminal GSM exécute les fonctions de défense prévues.

- Si l'autotest du noyau dur est KO, alors le terminal GSM est mis dans un état non opérationnel.

C2 – Dans le cas où le terminal GSM reçoit un signal de démarrage valide alors le procédé exécute les étapes suivantes :

- Le fusible est non claqué, Auto-configuration NON CLAQUE, aucune fonction de sécurité n'est mise en œuvre, le système est rendu opérationnel (état allumé, attente action).
- Le fusible est claqué, Auto-configuration CLAQUE, le terminal est rendu non totalement opérationnel en utilisant une fonction de SPLIT, alors
    - Si le signal est un signal JTAG, on désactive le clavier ou l'écran, avant de poursuivre la procédure de test,
    - Si le signal est un autre signal de test valide, on désactive le clavier ou l'écran, et on lance une procédure de démarrage non sécurisée avant de poursuivre la procédure de test,

Ces deux modes de désactivation complémentaires et disjoints permettent notamment de dérouler tous les scénarios de tests sans que le terminal ne soit complètement opérationnel.

Il est possible, par exemple, de définir un mode de désactivation où une interface utilisateur serait déportée du terminal GSM.

Par exemple, pour une interface clavier :

- Mode test 1 : le terminal est opérationnel mais le clavier est inactif. Ce mode requiert l'ajout d'un clavier déporté sur la machine test.
- Mode test 2 : le clavier est opérationnel – la voie radio ou toute autre fonction est inactive.

La figure 5 schématise les principes de sécurisation des échanges de message entre les modules du terminal GSM.

La sécurisation des échanges de données est par exemple basée sur les principes de non-rejeu des données transmises et de non prédictibilité des données dynamiques.

Il peut être envisageable d'implémenter l'un ou l'autre des mécanismes au niveau du terminal GSM. L'ajout d'une donnée dynamique (valeur temporelle ou pseudo-aléa) pour rendre dynamiques les échanges de messages afin de limiter toute tentative de rejeu d'un flux intercepté ou d'utilisation de logiciels piratés.

Le composant A peut être l'ASIC (où il y a le NOYAU DUR) et le composant B peut être la FEEPROM (où il y a le NOYAU MOU). Les échanges entre A et B sont alors protégés par le processus décrit sur la figure 5. SHA représente une fonction de "hachage", XOR correspond à une opération "ou exclusif", DYN correspond à une chaîne aléatoire.

Les messages échangés sont par exemple les suivants :

1/ Générateur de données dynamiques (horloge, pseudo-aléa) -> DYN

De l'ASIC A vers la FEPROM

2/ Envoi de DYN

3/ MSG_1=SHA(DYN reçu) XOR *Question*)

de la FEPROM B vers l'ASIC A

4/ Envoi de MSG_1

5/ *Question reçue* = SHA(DYN) XOR(MSG_1)

6/ Vérification de la sémantique de la question reçue

7/ MSG_2 = SHA(*Question reçue, DYN*) XOR *REPONSE de l'ASIC A vers la FEPROM B*

8/ Envoi de MSG_2

9/ REPONSE_RECUE = MSG_2 XOR SHA(*Question, DYN reçu)*

Sans sortir du cadre de l'invention, le procédé s'applique aussi pour détecter et/ou éviter les modifications illicites au sein d'un système de type PC, comprenant un ASIC, (hardware non modifiable) et un espace mémoire comprenant une couche logicielle à protéger.

Le procédé s'applique aussi dans un lecteur de type MP3 contenant une mémoire reprogrammable, tels que les lecteurs MP3 de type clé USB.

REVENDICATIONS

1 - Procédé permettant de détecter et/ou d'éviter la modification de logiciels embarqués dans une mémoire programmable au sein d'un système comprenant un noyau dur contenant des fonctions de sécurité matérielle adaptées à vérifier l'intégrité d'un noyau mou comprenant une mémoire programmable, le système comportant une interface locale de données, caractérisé en ce qu'il comporte au moins les étapes suivantes :

A1 – le signal reçu sur l'interface locale de données n'est pas valide, mettre le système dans un état non opérationnel,

B1 – le signal reçu sur l'interface locale de données est un signal de déconnexion, ou il n'y a pas de signal, lancer une procédure de démarrage sécurisé, avec exécution des fonctions de contrôle :

Autotest du noyau dur :

- Si l'autotest est OK, alors tester l'intégrité de la mémoire reprogrammable,
    - Si cette intégrité est OK, alors activer le système pour un fonctionnement normal
    - Si cette intégrité est KO, alors mettre le système dans un état non opérationnel
- Si l'autotest est KO, alors mettre le système dans un état non opérationnel,

C1 – le signal reçu est un signal de démarrage valide,

- Si le système est dans un mode de développement, le rendre opérationnel,
- Si le système est dans un mode d'exploitation opérationnelle et si le signal est un signal de test, alors désactiver au moins une des fonctions essentielles du fonctionnement opérationnel.

2 - Procédé permettant de détecter et/ou d'éviter des modifications illicites d'un logiciel constructeur au sein d'un système de type GSM, comprenant un noyau dur et un noyau mou, une interface locale de données, comportant au moins les étapes suivantes :

A2 – le signal reçu sur l'interface locale de données du terminal n'est pas valide, mettre le terminal GSM dans un état non opérationnel,

B2 – le signal reçu sur l'interface locale de données est un signal de déconnexion, ou il n'y a pas de signal, lancer une procédure de démarrage sécurisé, avec exécution des fonctions de contrôle :

Autotest du noyau dur

- Si l'autotest est OK, alors tester l'intégrité du noyau mou
    - Si cette intégrité est OK, alors activer le terminal pour un fonctionnement normal,
    - Si l'intégrité est KO, alors mettre le terminal dans un état non opérationnel,
- Si l'autotest est KO, alors mettre le terminal GSM dans un état non opérationnel.

C2 – le signal reçu est un signal de démarrage valide :

- Si le fusible est non claqué, rendre le terminal GSM opérationnel,
- Si le fusible est claqué, rendre le terminal non totalement opérationnel, en désactivant au moins une des fonctions opérationnelles du terminal :
    - Si le signal est un signal de type test JTAG, poursuivre la procédure de test,
    - Si le signal est un signal de test, démarrer en mode non sécurisé et poursuivre la procédure de test.

3 – Procédé selon l'une des revendications 1 et 2 caractérisé en ce que l'échange des données entre le noyau dur et le noyau mou est effectué en utilisant un algorithme basé sur le principe de non-rejeu et de non prédictibilité des données transmises.

4 – Système permettant de détecter et/ou d'éviter la modification de logiciels embarqués dans une mémoire programmable comprenant un noyau dur contenant des fonctions de sécurité matérielle et un noyau mou comprenant une mémoire programmable, une interface locale de données apte à recevoir des signaux, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens adaptés à :

- mettre le système dans un état non opérationnel lorsque le signal reçu sur l'interface locale de données n'est pas valide,
- pour un signal reçu de déconnexion ou une absence de signal sur l'interface locale de données, lancer une procédure de démarrage sécurisé, avec exécution de fonctions de contrôle :

Autotest du noyau dur :

- Si l'autotest est OK, alors tester l'intégrité de la mémoire programmable,
  - Si cette intégrité est OK, alors activer le système pour un fonctionnement normal
  - Si cette intégrité est KO, alors mettre le système dans un état non opérationnel
- Si l'autotest est KO, alors mettre le système dans un état non opérationnel,
- Pour un signal reçu est un signal de démarrage valide,
- Si le système est dans un mode de développement, le rendre opérationnel,
- Si le système est dans un mode d'exploitation opérationnelle, et si le signal est un signal test alors désactiver au moins une des fonctions essentielles du fonctionnement opérationnel au démarrage.

5 – Système selon la revendication 4 caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de sécurisation des échanges de données entre le noyau dur et le noyau mou.

6 – Système selon la revendication 4 caractérisé en ce que le système est un terminal GSM.

7 – Système selon la revendication 4 caractérisé en ce que le système est un micro-ordinateur.

8 – Système selon la revendication 4 caractérisé en ce que le système est un lecteur de type MP3 contenant une mémoire reprogrammable.

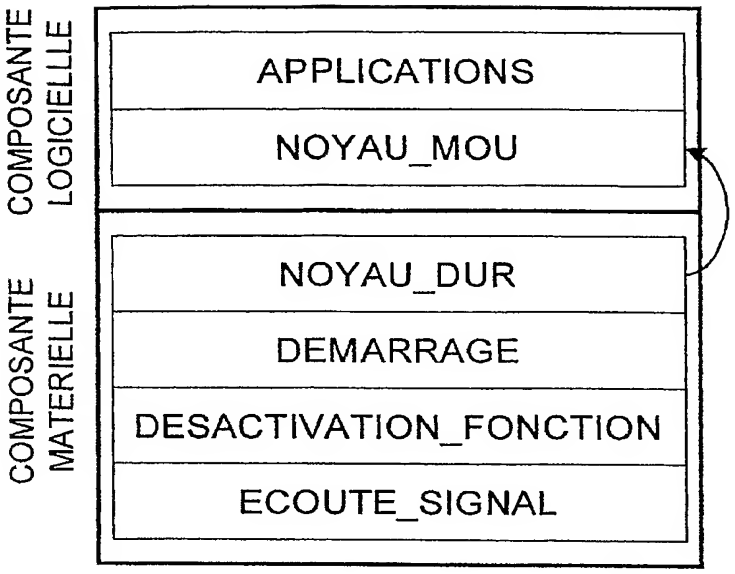

COMPOSANTE LOGICIELLLE
APPLICATIONS
NOYAU_MOU
COMPOSANTE MATERIELLE
NOYAU_DUR
DEMARRAGE
DESACTIVATION_FONCTION
ECOUTE_SIGNAL

FIG.1

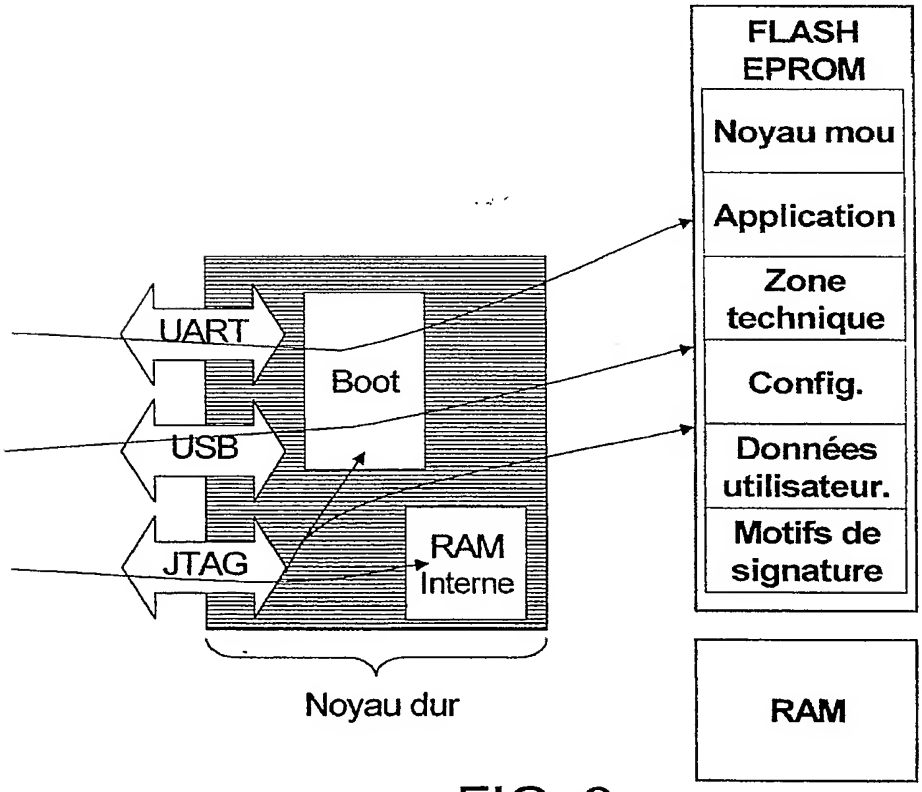

FLASH EPROM
Noyau mou
Application
Zone technique
Config.
Données utilisateur.
Motifs de signature
UART
USB
JTAG
Boot
RAM Interne
Noyau dur
RAM

FIG. 2

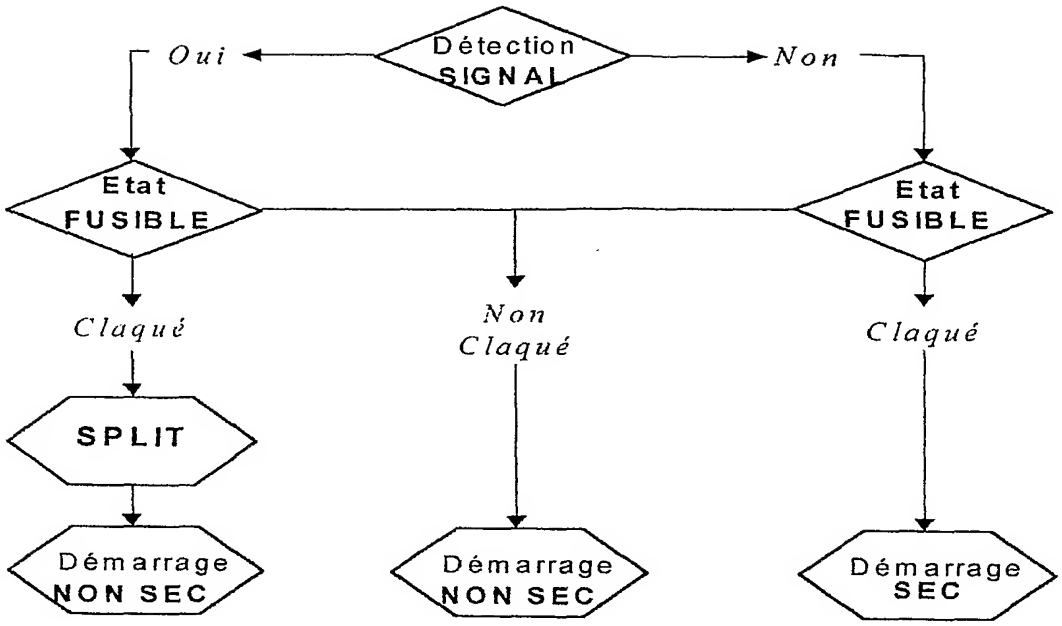

Détection SIGNAL
Oui
Non
Etat FUSIBLE
Etat FUSIBLE
Claqué
Non Claqué
Claqué
SPLIT
Démarrage NON SEC
Démarrage NON SEC
Démarrage SEC

FIG.3

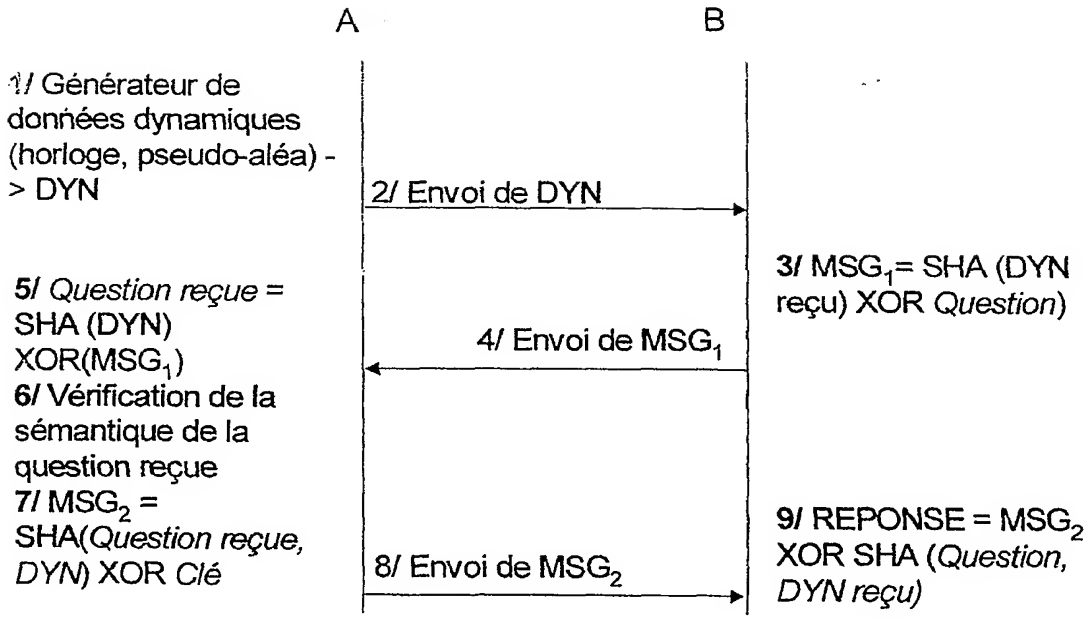
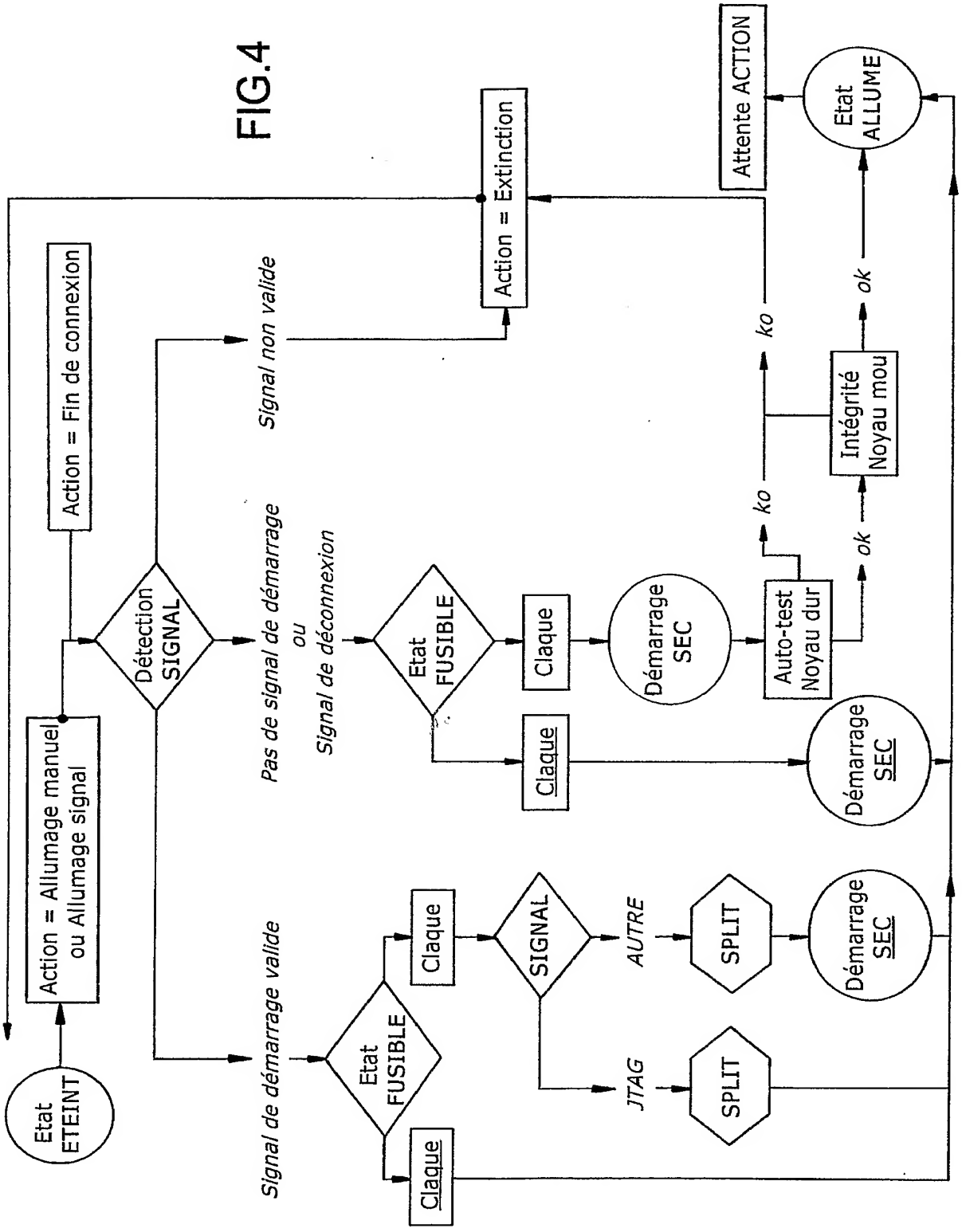

A
B
1/ Générateur de données dynamiques (horloge, pseudo-aléa) -> DYN
2/ Envoi de DYN
3/ MSG1= SHA (DYN reçu) XOR Question)
5/ Question reçue = SHA (DYN) XOR(MSG1)
4/ Envoi de MSG1
6/ Vérification de la sémantique de la question reçue
7/ MSG2 = SHA(Question reçue, DYN) XOR Clé
9/ REPONSE = MSG2 XOR SHA (Question, DYN reçu)
8/ Envoi de MSG2

FIG.5

FIG.4


Etat ETEINT
Action = Allumage manuel ou Allumage signal
Action = Fin de connexion
Détection SIGNAL
Signal non valide
Action = Extinction
Attente ACTION
Etat ALLUME
Pas de signal de démarrage ou Signal de déconnexion
Etat FUSIBLE
Claque
Démarrage SEC
Auto-test Noyau dur
ko
ok
Intégrité Noyau mou
Signal de démarrage valide
Etat FUSIBLE
Claque
SIGNAL
AUTRE
SPLIT
Démarrage SEC
JTAG
SPLIT

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
[redacted]/EP2004/053523

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H04M1/725 G06F1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G06F H04M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data, IBM-TDB

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2003/229774 A1 (GOODMAN STEVEN DALE ET AL) 11 December 2003 (2003-12-11) paragraph '0012! paragraph '0027! - paragraph '0030!	1,2,4-8
Y	US 2003/014663 A1 (KIIVERI ANTTI ET AL) 16 January 2003 (2003-01-16) paragraph '0028! paragraph '0033! - paragraph '0034!	1,2,4-8

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
30 March 2005	25/04/2005

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Chabot, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
[redacted]T/EP2004/053523

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2003229774 A1	11-12-2003	NONE	
US 2003014663 A1	16-01-2003	FI 20011278 A	16-12-2002
		AT 287102 T	15-01-2005
		BR 0210379 A	10-08-2004
		CA 2450844 A1	27-12-2002
		DE 60202605 D1	17-02-2005
		EP 1395892 A1	10-03-2004
		WO 02103495 A1	27-12-2002
		JP 2004530235 T	30-09-2004

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No
T/EP2004/053523

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 H04M1/725 G06F1/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 G06F H04M

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data, IBM-TDB

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 2003/229774 A1 (GOODMAN STEVEN DALE ET AL) 11 décembre 2003 (2003-12-11) alinéa '0012! alinéa '0027! - alinéa '0030!	1,2,4-8
Y	US 2003/014663 A1 (KIIVERI ANTTI ET AL) 16 janvier 2003 (2003-01-16) alinéa '0028! alinéa '0033! - alinéa '0034!	1,2,4-8

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'inven tion revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'inven tion revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
30 mars 2005	25/04/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Chabot, P

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No
PCT/EP2004/053523

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2003229774 A1	11-12-2003	AUCUN	
US 2003014663 A1	16-01-2003	FI 20011278 A	16-12-2002
		AT 287102 T	15-01-2005
		BR 0210379 A	10-08-2004
		CA 2450844 A1	27-12-2002
		DE 60202605 D1	17-02-2005
		EP 1395892 A1	10-03-2004
		WO 02103495 A1	27-12-2002
		JP 2004530235 T	30-09-2004